

子どものつまずきを生かした理科指導

—— 4年「いもやたねの養分」——

山井 重雄¹ 鈴木 重二²

木谷 正人³ 諸橋 晃⁴

この研究は4年単元「いもやたねの養分」について、児童の認識のつまずきを洗い出し、それを課題設定の段階、構想を立てる段階、実験・観察の段階などに生かすことによって、児童の考えがどのように変わっていくかを、授業実践をとおして追求したものである。児童のつまずきを生かすことによって問題意識は一段と深まり、先行経験はフルに活用され、児童相互のみがき合いは活発になり、子どもらしい発想がわき、子どもの考えは深まっていくことが明らかになった。

1 主題設定の理由

(1) 児童の実態から

ア 児童はたえずつまずいている

「でんぶんはほう酸や食塩と似たものだから水に溶けるに違いない。」と思って水に溶かしてみるけれども溶けない事実を知っておどろく。こんどは「でんぶんは湯に溶けたのだから、逆にひやせば析出するに違いない。」と思って、氷でひやしてみる。しかしどんなに温度を下げてでも析出してこない。またここでつまずく。このように児童はこれまでに得た法則、概念などを使って新しい事象に立ち向かってはいくが、いたるところでズデンズデンとつまずく。このつまずきを生かすことによって児童の認識を深めていきたい。

イ 児童のつまずきの程度はひとりひとり違う

でんぶんが水に溶けたかどうかを調べるには水溶液の色、味でみればよいと考える児童、水の量を変えて溶けるかどうかを調べればよいと考える児童、でんぶんの水溶液をとって蒸発させて見ればわかるという児童、とにかく薬品を使えば調べられると考える児童など、それぞれ考え方の程度は違っている。したがって、ひとりひとりのつまずきの程度をおさえ、授業に生かしていく必要がある。

ウ 児童はつまずきを乗り越えようと全力をふりしぼる

湯の温度を下げてでもでんぶんが析出しないことから児童はショックを受け「温度の上げ下げがたりなかったのではないか。」、「ほう酸は湯の温度によって溶ける量が違っていたがでんぶんはどうだろうか。」、「温度を上げたためにでんぶんが変化して別のものになったのではないか。」などいろいろな解釈を試みては実験をし、ほう酸とでんぶんの違いに気づくとともに、でんぶんの本質的な概念に一步一步近づいていく。子どもはつまずきに気づくと、これをなくしようとして、かえって意欲的な追求

1 新潟県立教育センター所員

2 新発田市立二葉小学校教諭

3 西蒲原郡黒埼村立黒鳥小学校教諭

4 見附市立見附小学校教諭

活動を行なうとともに一步一步深い理解に達していく。

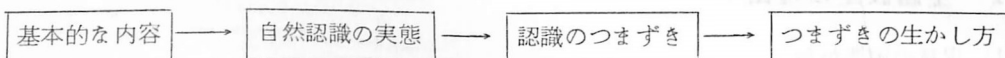
(2) 指導の反省から

実験後においてもなおかつ児童のつまずきを修正できないことが実に多い。その原因の一つは教師は児童がつまずくのを恐れ、発言した児童の中から正答と思われる考え方のみを取り上げ、つまずきを生かすくふうをしないからである。原因の第2はつまずきの実態は握が表面的で、児童がほんとうに困っているところはどこにあるのか明確にとらえていないからである。第3は児童のつまずきを生かした多面的な実験、観察のくふうがたりないからである。

2 研究の構想

(1) 子どものつまずきの実態

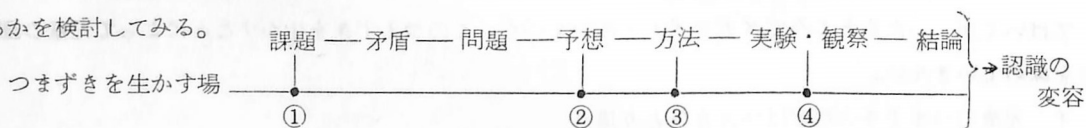
児童のつまずきを生かすには、まず児童のつまずきの実態を明らかにしなければならない。そこで、この単元で指導すべき基本的な内容をおさえ、その内容に対する児童の自然認識の実態を明らかにし、その実態の中から、児童の認識のつまずきとして積極的に生かすうるものを検討し、指導過程に位置づける。



(2) つまずきの生かし方

ア つまずきを生かす場の設定

児童のつまずきは問題解決のあらゆる場に生かされるのは当然であるが、とくに重点をおく場として次の4つを考え、この4つの場でつまずきを積極的に生かすことによって、問題がじゅうぶん意識されたり、予想、方法、実験・観察などがこれまでより以上に深まったり、認識の変容がもたらされたりするかを検討してみる。



イ つまずきを生かす指導の手だて

場の設定が行なわれても、具体的な授業の中で生かされない限り、児童の認識の変容をもたらし、能力、態度の育成をはかることはできない。そこでつまずきを生かす要件として次の5つを考え、これらの要件が認識のつまずきを生かすことにどのような関係をもってくるかを追求する。

○ つまずきを生かす指導の手だて

- ・問題意識の深まりを重視する。
- ・先行経験を積極的に活用する。
- ・児童の発想をできるだけ生かす。
- ・教材、教具の提示をくふうする。
- ・児童相互のみがき合いを重視する。

つまずきを生かすことによって問題意識はどのように深まっていくのか。つまずきを生かすことと先行経験とはどのような関係にあるのか。つまずきを生かすことと児童の発想とはどのような関係にあるのか。つまずきを生かすことによって教材、教具の提示はどのように変わっていくのか。つまずきを生かすことによって児童相互のみがき合いはどのように深まっていくのか。これらの問題点を解明しながら、認識の変容過程を明らかにしようとしたものである。

3 研究の実際

(1) 単元名 4年「いもやたねの養分」

(2) 単元の趣旨

子どもたちはいもや球根には茎や葉が成長するのに使われる養分が含まれていることをとらえてきている。この単元では、いもや種子に含まれている養分を物質という立場から追求させ、水、薬品、熱などによる変化のようすから、その性質を探究させることをねらっている。

(3) 指導内容

- ・でんぷん、たんぱく質、あぶらなどの性質を理解させる。
- ・でんぷんは植物に含まれていて、植物の種類によってその粒の形が違うこと。
- ・でんぷんは水には溶けないが、よう素液、熱などによっては変化し、その変化のしかたは植物の種類にかかわらず似ていること。
- ・たねにはでんぷんのほか、あぶら、たんぱく質を多く含むものがあること。

(4) 指導の全体構想（つまずきを生かした課題とおもな実験・観察）


	認識のつまずき	課題	実験・観察
第1次 (2時)	養分は肥料みたいなもので水に溶ける。いもは食べられるものだから栄養分が養分ではないか	新しくできたじゃがいもの中に養分ははいっているだろうか。	・じゃがいもを切ったり、おろし金でおろしたりして、かすと汁に分け、養分をさがす。
第2次 (1時)	養分は植物の栄養になるのだから、汁の中にもたくさん溶けているはずだ。水の中ではもっとよく溶けるに違いない。	汁の中に養分は溶けていないだろうか。 水の中では溶けないだろうか。	・顕微鏡で粒の形を調べる。 ・ようそ反応を調べる。 ・うわ水液に養分が溶けていないかどうかを調べる。
第3次 (2時)	水に溶けないものは湯にも溶けないだろう。熱すれば水とでんぷんに分かれるだろう。冷やせば析出するだろう。粒をこまかくすれば溶けるだろう。	水に溶けなかったでんぷんを溶かすことはできないか。	・粒をこまかくして溶かす。 ・温度と溶ける量の関係。 ・熱して水を蒸発させる。 ・冷やして析出するかどうかを調べる。
第4次 (1時)	いもや種にはみんなでんぷんが含まれているに違いない。形が違うから別の養分だ。	いもや種に含まれている養分はどれもでんぷんだろうか。	・いもや種をすりつぶす。 ・つぶの形を調べる。 ・ようそ反応を調べる。
第5次 (2時)	でんぷんと違う養分だとしても粒の形、色、溶け方、熱に対する反応などはだいたい似ているのではないだろうか。	大豆やあぶらの種の養分というのはでんぷんと違うのだろうか。	・顕微鏡で粒の形を調べる。 ・水や熱に対する反応を調べる。 ・ようそ反応を調べる。 ・すに対する反応を調べる。 ・紙のしみ方を調べる。

第6次 (1時)	じゃがいものしるの中にもたんばくしつやあぶらがはいっているのではないかな。	じゃがいものしるの中にもたんばくしつやあぶらが含まれているのだろうか。	<ul style="list-style-type: none"> 紙のしみ方を調べる。 すに対する反応を調べる。 加熱してあぶらがとり出せないかどうかを調べる。
第7次 (1時)	でんぷん、たんばくしつ、あぶらなどは熱し続けると蒸発し、しまいになくなってしまう。	でんぷん、たんばくしつ、あぶらなどの養分は熱によってどうなるか。	<ul style="list-style-type: none"> 鉄板にのせて加熱してみる。 こげるにおいやようすを調べる。 火をつけてみる。

(5) 授業の実際

ア 実践例-1 (第2次)


○ 本時の全体構想

基本的な内容	自然認識の実態	つまずき	指導の意図
でんぷんは水には溶けない。 でんぷんはようそ液によって青紫色になる。	<ul style="list-style-type: none"> ほう酸に似たものだから水に溶ける。 養分だから水に溶ける。 水はものを溶かすはたらきをもっている。 粒をこまかくしたり長い時間放置しておけば溶ける。 沈でんすれば溶けない。 薬品で物を識別するという経験は最初である。 	 <ul style="list-style-type: none"> ちんでんしたから溶けない 粒を細かくしたり長時間放置しておけば溶ける。 しるの中では溶けないが水には溶ける。 	<ul style="list-style-type: none"> しほり汁を顕微鏡で見ても粒が見えないことから、見えないものを調べる方法としてようそ液を持ちこむ。 粒の大小、かくはん、長時間の放置などの視点から溶け方を調べさせる。

○ 本時の主眼

でんぷんにようそ液を入れると青紫色に変わることを知り、それを用いてでんぷんが水に溶けるかどうかを調べる。

○ 展 開

教師のはたらきかけ	児童の意識・思考(実験・観察)	認識の変容
<p>T₁ 上ずみ液の中にでんぷんは溶けているだろうか。</p> <p>上ずみ液</p> 	<p>しるの中に、でんぷんは溶けていないだろうか</p> <p><とける></p> <p>C₁ しるだから溶けている、花や実のしると同じだ。</p> <p>C₂ 少しは溶けていると思う。</p> <p>C₃ 振るとにごるから溶けている。</p> <p>C₄ 溶けきれないものもある。</p> <p><とけない></p> <p>C₅ 下にでんぷんが見えるから溶けていない。</p> <p>C₆ 振っても下にたまるから溶けていない。</p> <p>C₇ いもを切ったほうちょうに白い粉がついた。</p> <p>C₈ 溶けないはずだ、溶けるとすれば、いもの中で溶けてしまうことになる。とりだせない。</p>	<p>・とけて いる</p> <p>・とけて いない</p> <p>↓</p>

T₂ どのようにして調べたらよいでしょうか。

T₃ しるを調べてみましょう。

T₄ よう素液といって、でんぷんを青紫色にかえる薬があります。これを使って調べてみましょう。



T₅ 顕微鏡でそまった粒を調べてみましょう。

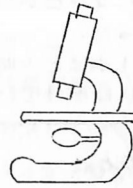
T₆ しるに溶けなかったでんぷんを溶かすことはできないだろうか。

T₇ つよく振ったらどうなるだろう。

どのようにして調べたらよいだろうか。

- C₉ 粒があるかどうか調べればわかる。
 C₁₀ しるを黒い紙の上でかわかせばわかる。
 C₁₁ 顕微鏡で調べればわかる。
 C₁₂ 溶けてしまえば、粒は見えないかもしれない。
 いろいろな方法で調べてみよう。

黒い紙

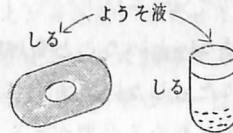


- C₁₃ 白くならないからでんぷんが溶けていないようだ。
 C₁₄ 溶けていても白くならないこともあるだろう。
 C₁₅ 顕微鏡で見ても粒はない。
 C₁₆ 溶けてしまえば見えないのではないか。
 C₁₇ 味がわからないからわからない。
 C₁₈ はっきりきめられない。

はっきりと調べる方法はないのだろうか。

- C₁₉ どんなになるだろうか。
 C₂₀ でんぷんが青紫色になる薬なんて不思議だ。
 調べてみよう。
 C₂₁ いもはそまることになるが、かすはそまらない。
 C₂₂ しるが青紫色になれば、溶けていることになる。

- C₂₃ 切り口がそまった。
 C₂₄ ぶつぶつにそまった。
 C₂₅ かすもそまった。
 C₂₆ しるはそまらない。
 C₂₇ 下のでんぷんが青紫色にそまった。
 C₂₈ 顕微鏡で見ると、青紫色の粒がきれいだ。
 C₂₉ でんぷんの粒が青紫色にそまるんだ。



しるに溶けなかったでんぷんを溶かすことはできないか。

<できる>

- C₃₀ 強く振ればだんだん溶けてしまう。
 C₃₁ ほう酸や食塩と同じように水には溶けると思う。
 <できない>

- C₃₂ 下にでんぷんがたまるのでとけないと思う。
 C₃₃ ビーカーを洗うとき、底についていたでんぷんが落ちなかったから溶けきれないで残る。

水に入れて強く振れば溶けるだろうか。

- C₃₄ いつまでも振っていれば溶けてしまうだろう。
 C₃₅ 少しは溶けるが溶けきれないだろう。
 C₃₆ 水の色が全体に白くなったから溶けている。
 C₃₇ 溶けない粒が下にたまった。

・上すみ液に粒があるか見ればわかりそう。



・はっきりしない。とけたようなとけないような



・よう素液という、くすりで調べられる。



・でんぷんの粒が青紫色にそまる。



・しるはそまらないので、とけていない。

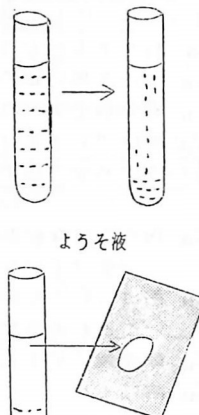


・でんぷんをとかすことはできないだろうか。



・つよく振れば溶けそう。



<p>T₈ 溶けているかどうかを調べてみましょう。</p> <p>T₉ 上水もとり出して調べてみよう。</p>	<p>C₃₈ 上水がすんできたから溶けないのかな。</p> <p>C₃₉ よう素液で調べよう。</p> <p>C₄₀ きれいだ、青紫色だ。</p> <p>C₄₁ 下の方が濃い色だ。</p> <p>C₄₂ 上水はだんだんすんできたから溶けていない。</p> <p>C₄₃ 紙にとった上水を動かすと青紫色の色が紙のこり、上水はきれいになり色がつかなくなった。</p> <p>C₄₄ 上水はとう明だから水には溶けていないのだ。</p>	<p>ふる</p>  <p>放置</p> <p>よう素液</p>	<p>↓</p> <ul style="list-style-type: none"> ・下にでんぷんがたまり上水はすんでくる。 <p>↓</p> <ul style="list-style-type: none"> ・上水はとう明で、下のでんぷんが青紫色にそまる。 <p>↓</p> <ul style="list-style-type: none"> ・でんぷんは水にも溶けない。
---	---	---	---

○授業研究で明らかになったこと。

・でんぷんが水に溶けないということをとらえさせるには

「しるや水の中で、でんぷんが沈んでいるのは、溶けきれないで残ったものだ。」という児童の考え(つまりき)を生かすこと。

T₁ この上すみ液(しる)の中にでんぷんは溶けているだろうか。



C₁ 花や実のしるのように中に溶けていると思う。

C₂ でんぷんが下に沈んでいるし、それをふると全体が白くにごるから溶けている。

C₃ けんぴきょうでみたときに大きな粒と小さな粒があったので下に沈んでも少しはとけている。

C₄ しるにちょっと色がついているので溶けている。

C₅ 少しは溶けていると思う。砂糖水でも溶け切れなくなると下に沈む。

C₆ でんぷんと砂糖は違う。でんぷんはあまくないから溶けていない。

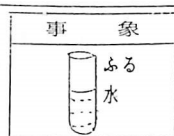
C₇ 溶けているとすれば、しるがもっと白くなってもいいはずだ。

C₈ 溶けているとすればいもの中からとり出すことはできないはずだ。

＜考察＞ でんぷんは水に溶けないということを理解させるために、でんぷんを水に入れて沈殿する現象を見せただけではその理解にたっしない。まずじゃがいものしほり汁の中に溶けているかどうかを問題にし、次に水の中ではどうかと進める必要がある。そのわけはC₁、C₂の発言からわかるように、しるの中では溶け、水の中では溶けていないのではないかと汁と水を区別して考えているからである。これまでしるの中には何かが溶けていることやしるは水と違うことなどを学習し、そのことが身についているので当然の考え方である。第2はしるや水の中にでんぷんが沈んでんしているから、でんぷんは水に溶けないと結論づけようとしてもC₃、C₅のように「ちょっとは溶けているに違いない。」とか「大きい粒と小さい粒があったから、小さい粒があるに違いない。」とか「沈んだのは溶け切れずに残ったのだ」と反論してゆずらない。これらの考えは「でんぷんは水に溶けない。」という事実から見れば間違っているが、これまでの先行経験から考えればしごく当然な考え方である。この考えを生かすことによって「しるを調べてみよう。」という意欲がわく。そして、色も、味も、においもないしるの追求方法を知ると同時に、この方法を使って「でんぷんは水に溶けない」という概念に到達する。もし、この考えを生かさずに終わるとすれば大部分の児童は「でんぷんは水に溶けない」という理解にたっしないで

あろう。

水の持ちこみを「児童の欲求」に基づいて行なうようにすること。



発問
しるに溶けなかった
でんぶんを溶かすこ
とはできないか。

- C₁ 水の中に入れば溶ける。
C₂ 湯に入れたり、アルコールランプであたためれば溶ける。
C₃ 粒をこまかくすれば溶ける。
C₄ 水に入れてそのままにしておけば溶ける。

＜考察＞ 「でんぶんは水に溶けるだろうか。」と発問し、教師が水を持ちこむより、「なんとか溶かす方法はないか。」という児童の欲求の中で、いろいろの方法を考え、その方法の中の一つとして水が取りあげられるように課題のくふうをすることがたいせつである。ここでは発問の項にあるように「～溶かすことはできないか。」という課題を提示した。この課題でまず「水」の中に長時間入れておけば自然に溶けるという考えが出てくる。しかしどんなに長く放置しておいても溶けない事実から、「粒が大きいからだ。」ということになり「粒をこまかくして溶けるかどうか。」を調べる活動へと発展していく。

「とける。まじる。」という各自の考えの根拠を洗い出し、溶けるという考えを明確にさせること。

- T でんぶんは水に溶けるだろうか。
C₁ しるの中では溶けていないのだから、水にも溶けない。
C₂ 水が白くなったから溶ける。
C₃ でも、でんぶんがだんだん下にたまってきたから溶けていない。まじっている。
C₄ 何回かふってみたがまた下にたまるので溶け

- ない。まじっている。
C₅ 下に沈んでいても少しは溶けていると思う。
C₆ 全体が白くならなければ溶けたと言えない。
C₇ ようそ液によって青紫色になったから溶けている。
C₈ しばらくすると色のついたでんぶんが下に沈んだから、でんぶんがようそ液にとけた。

＜考察＞ これらの発言からわかるように児童の「溶ける」という考えは各自違っている。全体が白くなれば溶けたと考えるもの、沈んでんすれば溶けないと考えるもの、ヨーソ反応をすれば溶けると考えるものなどがある。ここではこうした児童の生の考えを多面的に出させながら、それらの考えをぶっつけ合いながら、「溶ける」ということの意味を考えさせるように指導することがたいせつである。このことによって児童は「溶ける」ということを粒の形の変化、溶液の均一性などの観点からとらえなければならないことを発見する。

ようそ液の持ちこみを児童の必要感に基づいて行なうような場の設定を考えること。

色もおいもない水溶液の検出に薬品を使用するという方法はこれが最初の指導である。したがって効果的な実験を行なうことによって強く印象づけておく必要がある。そのためにはどうしても薬品を使わなければならない場の設定が必要になる。でんぶんがしるや水に溶けているかどうかを問題にしていたのはそのためである。これまでに学習してきた方法を駆使してもなお調べられない問題場面の設定がようそ反応のたいせつさをいっそう強く印象づけてくれる。

「ようそ液を入れて青紫色になればでんぶんが溶けていたことがわかる。」という児童の発想を生かす。

ようそ液はでんぶんが溶けているかどうかを調べるために使うのではない。でんぶんが存在するかどうかを調べるために使うものである。ところがようそ反応を知った児童はその意味も考えずに使おうと

する。たとえばでんぷんが湯によってのり状になったとき、でんぷんが溶けたかどうかを調べる方法としてよう素液を使う。このとき、水の場合でも色がつくことと比較させながら、湯と水に対するでんぷんの違いをとらえさせる指導がたいせつである。

(1) 実践例——2(第3次)

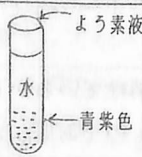
○ 本時の全体構想

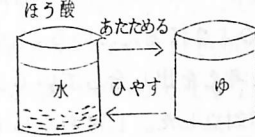
基本的な内容	自然認識の実態	つまずき	指導の意図
・でんぷんの粒は、あたためると状態が変化する。	<p>C₁ でんぷんの粒は水にも溶けなかったの、あたためても湯に溶けない。</p> <p>C₂ 湯は水をあたためただけだから、溶けないはずだ。</p> <p>C₃ 湯は溶かす力が強いから、あたためれば溶ける。</p> <p>C₄ ほう酸はあたためると溶けたから、でんぷんもそうだ。</p> <p>C₅ ほう酸や石けんは、でんぷんと少しちがうから溶けない。</p>	<p>・C₁のように、水に溶けないものは湯にも溶けないと考えている児童がわりあいいる。</p> <p>・C₂のように水=湯と考え、湯は水とちがうはたらきがあることを理解していないことがわかる。</p> <p>・C₅のように、形や性質がちがうと溶けないと考えている。</p>	<p>・あたためて湯にすると水には溶けなかったでんぷんも溶けることから、温度との関係ででんぷんの状態変化をわからせる。</p> <p>・C₄、C₅のように、ほう酸や石けんの先行経験をもとにして考えている児童が多いので、ほう酸と比較しながら実験観察をして、その差異を明確にさせる。</p>
・溶けて粒の形が変化しても、でんぷんの性質は変化しない。	<p>C₆ 溶ければほう酸のように粒の形は見えなくなる。</p> <p>C₇ よう素液をつけて色が青紫になれば、溶けたことになる。</p> <p>C₈ あたためてから、しばらくそのまましておき、下にしずめば溶けないということだ。</p> <p>C₉ ほう酸のように溶けたものをまた冷やせば析出するだろう。</p>	<p>・C₇のように、色がつけば溶けたとする見方は、よう素液のはたらきをよく理解していない。</p> <p>・C₉のように、湯に溶けたものは、冷やせば再び析出すると考えている。</p>	<p>・水の中にでんぷんを入れたものと、湯に溶けたでんぷんによう素液を入れ、しばらく放置しておくことにより、よう素液のはたらきをわからせる。</p> <p>・溶けたでんぷんを再び冷やし、析出しないことからほう酸との差異をわからせる。</p>

○ 本時の主眼

でんぷんの粒を湯に入れて熱すると、状態は変化するがよう素液による反応は変わらないことを理解させる。

○ 展 開

教師のはたらきかけ	児童の自然認識・思考(実験・観察)	認識の変容
前時に得た概念を紙に書いて提示する。	<p>でんぷんは水には溶けなかったが、よう素液によって青紫色に変化する。</p> 	<p>・でんぷんは水に溶けない。</p> <p>・でんぷんによう素液をつけると青紫色になる。</p>

T ₁ 課題提示	でんぷんは水に溶けなかったが、湯に溶けるだろうか。	
	(各自、前時に記録しておいた自分の考えを見直す)	
T ₂ グループで話し合ってみよう。	・グループごとにバズがはじまる。	
T ₃ それでは発表してもらおう。	わたしたちの考え	
	<溶けない>	<溶けない>
	C ₁ 水に溶けないから湯にも溶けない。	・ほう酸は湯に溶けたが、でんぷんはほう酸と似ていない。
	C ₄ 湯は水をあたためただけだから溶けない。	・したがって溶けない。
	<溶ける>	<溶ける>
	C ₂ あつから溶ける。	・ほう酸は湯にとけた。
	C ₃ ほう酸は溶けたからでんぷんも溶ける。	・でんぷんもほう酸に似ている。
	C ₅ でんぷんは、ほう酸や石けんと粒の形がちがう。だから溶けないのだ。	・したがって溶ける。
	C ₆ ほう酸と石けんは粒の形はちがうがとけた。だから粒の形がちがってもでんぷんはとける。	
T ₄ それはよい考えだね。あとでやってみよう。	C ₇ 湯をもとの水に冷やしたらでんぷんも出てくるかな。	
		
		・ほう酸とでんぷんが同じかちがうかは温度をさげて析出するかどうかでわかる。
T ₅	でんぷんが湯に溶けたかどうか、どのような方法で調べたらよいだろうか。	
	調べる方法	
でんぷんが湯にとけるかどうかはどうやってしらべたらよいか。	C ₈ アルコールランプであたためる。	・溶けたかどうか調べるには3つの方法がある。
	C ₉ よう素液で調べる。	①よう素液。②そのままにしておく。③
	C ₁₀ そのままにしておいて、しずむかどうか見る。	粒の形を見る。
	C ₁₁ けんび鏡で粒を調べる。	
T ₆ それでは、①よう素液、②そのまま、③けんび鏡の順に調べよう。		・あたためたらほう酸のようにすきとおらない。どろどろしている。
		・よう素液を入れても全体が青紫だ。溶けたといえる。
		・そのままにしておいてもしずまないから溶けたのだ。どろどろだ。
T ₇ でんぷんの粒はあたためたら溶けたのかな。	C ₁₂ あたためたらなんだかどろどろしてきた。下の方はコンニャクみたいだ。ほうさんとだいふ違う。	・粒の形がはっきりしない。溶けたのかよくわからない。
	C ₁₃ よう素液を入れたら青紫色になった。そのままにしておいても下にたまらないぞ。	
	C ₁₄ けんび鏡で粒の形を見たら、もとの形とだいふちがう。ふくらんだり、ぐにゃぐにゃしている。溶けたのかなあ。	
	C ₁₅ とけたみたいだけど、ほう酸とだいふちがう。おかしいね。のりのようにぬるぬるしている。	

。授業研究で明らかになったこと。

・でんぷんの粒が湯に溶けることをわからせるには

溶ける、溶けないという各自の考えをぶっつけ合い、溶けるという考えをはっきりさせること。

課題 T₁ でんぷんは、水に溶けなかったが湯に溶けるだろうか。

- C₁ でんぷんは、粒だから溶けないと思う。
 C₂ 湯はあついでから溶けると思う。
 C₃ 湯は水があたたまっただけで、水には変わりないから溶けないと思う。
 C₄ ほう酸は湯にたくさん溶けたから、でんぷんも湯に溶けると思う。
 C₅ 水に溶けなかったから、湯にも溶けないと思う。たいてい水に溶けるものが湯にも溶ける。石けんも食塩もそうだった。
 C₆ それはちがう。ほう酸も石けんも湯に溶けたから、でんぷんも湯に溶けると思う。
 T₂ (ほう酸の先行経験を図示する)

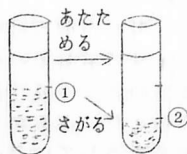


- C₇ (C₆ に対して) でんぷんは、ほう酸や石けんなどと粒の形がちがう。だから溶けないと思う。
 C₈ (C₇ に対して) ほう酸は、石けんと粒の形がちがうのに溶けた。だからでんぷんとはほう酸の粒の形がちがっても溶けると思う。
 C₉ (C₇ C₈ に対して) 先生、湯をもとの水に冷やしたらどうなるだろう。でんぷんとはほう酸のちがいは冷やせばわかるわけだが、あたためたでんぷんも冷やせば出てくるかどうか調べてみればよい。
 T₃ なるほど、これは、たいせつな考えた。あとでもっとよく考えてみよう。そのほかに、
 C₁₀ 実験してみればわかるのだから、はやく実験をしてたしかめよう。
 (あちこちから実験実験の声)

〈考察〉 授業前の実態調査や、各自のノートに書かれた「わたしの考え」では、ほとんどの児童が溶ける、溶けないをC₁からC₆のように考えている。なかでもC₅ C₆のような考え方をする児童が多い。ところが、お互いにこのような考えを出し合っているうちに、次のように発展していった。初め、表面的な溶ける、溶けないの意見が対立した。しばらくしてその根拠が、C₇ C₈のように、ほう酸や石けんの粒の形から考えるようになり、子どもたちの初めの考えは変わっていった。つまり、C₆の考えがC₇を刺激し、さらにC₈の考えまで誘発した。C₈は、ほう酸と石けんはまったく同じ性質ではないが、水や湯に溶けたのだから、でんぷんも溶けていいのではないかというのであり、これはC₇の反論に対する子どもらしい論理であり、考えが一步深まった見方である。また、C₉の発言は、C₇ C₈の対立がおさまらないことから、これをどのように解決しようかと考え、ほう酸の先行経験を生かし、温度をさげて冷やしたとき、再び析出するかどうかでわかるのだから、試してみようというのである。4年生の段階で、観点をえて考えることは、なかなかむずかしいことであるが、このように、個の考えの対立、抵抗につき当たることによって、このような見方が生まれてきたといえる。このように、考えがぶつかり合う場面で、初めの個の考えが修正されたり、個以上の考えが生まれてきて、個と集団の思考の質が高まっていくといえる。

また、あたためてでんぷんが溶けたかどうかを調べる実験方法を考えていく中で、Aグループは、次のような話し合いをしている。

- C₁ はじめに印をつけ、しばらくあたためてからまた印をつける。溶けていれば初めの印よりさがることになる。
 C₂ もう1こある。よう素液を入れればよい。溶ければ全体がいつまでも青紫色になるはずだ。

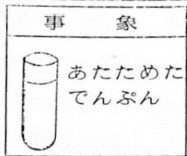


- C₃ まだないかな。3つか4つあるといいんだが、
 C₄ あっ。けんび鏡で見ることもあるぞ。
 C₅ けんび鏡で見るとどうなって見えるの。
 C₆ もし溶けていれば粒の形は見えないし、溶けていなければ、粒の形が見えることになると思う。
 C₇ もうないかなあ。3つあればいいかなあ。
 C₈ Y君、君3つともみんなの前でいえるかい。
 C₉ だいじょうぶだよ。

〈考察〉 このAグループの話し合いの中でC₇のように、よい方法はないか、3つもあればだいじょうぶかなという発言がある。これは、グループの仲間意識があらわれた発言であろう。さらに、せっかくそのグループでよい考えが生まれても、みんなの前でうまく説明できないと困るわけである。そんな

気持ちから C_8 は C_9 にむかって、だいじょうぶかとたしかめをしている。このように、みがき合う中でお互いに助け合いをし、仲間意識が深められ、追求することの共通意識ができあがる。

「溶けたかどうかを調べるにはよう素液を入れればよい」という考えを生かし、構想を練り上げること。



発問
 T_1 でんぶんが、湯に溶けたかどうかのようにして、調べていったらよいだろうか。

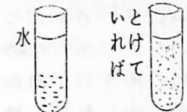
- C_1 よう素液を入れればよい。
 T_2 よう素液を入れるとどうなるのかな。
 C_2 もし溶けていれば青紫色になるし、溶けてい

なければ青紫色にならない。

T_3 それだけか。

C_3 もし溶けていれば青紫色になり、その色は全体に広がり、しばらくそのままにしておいても、水の中のでんぶんのように下に沈むことはない。

C_4 もし溶けていないとすれば、色は青紫色になるが、しばらくしてから、それが下に沈むはずだ。



<考察> C_1 は、はじめ、溶けているかどうかを見るには、よう素液を使ってみればわかるのではないかというばくぜんとした考えしかなかった。しかし、そこで T_3 の「それだけか。」と発問することによって、 C_1 C_2 の子どもの理解不足(認識のつまずき)が、全体のものとしてとり上げられ、 C_3 C_4 の発言がうながされ理解不足を補うことができた。 C_2 のただ溶けていれば色がつくという考え方は、よう素液のはたらきをじゅうぶん理解しているとはいえない。溶けていなくても、でんぶんがあれば青紫色になるわけである。

児童が、つまずくであろうことを前もって予想し、そのつまずきがのりこえられるように問いかけたわけである。したがって、色がつくつかないだけでなく、放置しておけば、溶けない場合は青紫色に着色されたでんぶんが底に沈んでしまうにちがいないところまで、児童の最初の考えをねり上げていくことができた。このように単に実験方法だけでなく、 C_3 C_4 のように、「もし～であれば～であろう。」というところまで考えさせ、構想をねりあげ見通しをもたせて実験することがたいせつである。

「少しでも粒やすじが残っていれば溶けたとはいえない。」という児童の発想を生かすこと。

- T_1 でんぶんの粒は湯に溶けたといえるかな。
 C_1 あたためたらどうどうした。ほう酸とだいぶちがう。へんなのが底の方にたまっているぞ。
 C_2 溶けきれなかったのかな。溶けない粒が底にたまったのじゃないかな。おかしいな。
 C_3 底のほうは、コンニャクみたいになってきた。
 T_2 よう素液で試してみたらどうでした。
 C_4 全体が青紫色になった。そのままにしておい

てもしずまないから、溶けたといえる。

C_5 けんび鏡で粒の形を見てもなんだかふくらんだみたいではっきりしない。だけど初めの粒の形とはちがう。ほう酸のように粒の形がなくなる。

C_6 へんなくにゃくにゃになった。すじみたくも見える。粒だけみても、溶けたかどうかははっきりわからないんじゃないですか。

C_7 先生、もっとよく、あたためたらどうですか。

<考察> よう素液では、たしかに着色しちんでんはしないから、このことから児童は、溶けたといっている。しかし、ここまで順序よく実験しても、まだはっきりと溶けたという確信は持っていない。 C_2 C_5 のように疑問が残されている。そこで C_6 C_7 の意見が出されてきたわけであるが、この疑問をはらすためには、この C_6 C_7 の考えをとりあげ、全体のものとして発想を生かし、納得のいくまで追求させる必要がある。たしかに、もっとよく加熱することが考えられる。粒がしだいに溶けていくのを4段階ぐらのスライドガラスにつくり、それを見させることも必要である。すじみたくなものがかすであることもわからせなければならない。このように児童の発言として出されてきたものを、さらにひとつずつ取り上げ、納得のいくところまで発想を生かし、追求し続けなければならないことを深く反省させられた。

・溶けて粒の形が変化しても、でんぶんの性質は変化しないことを理解させるには、

「あたためて溶けたものは冷やせば析出する。」という考え方を生かすこと。

ほう酸の学習をとおして、溶けるということについて児童にまとまっているものは「溶ければ全体が均一になる。溶ければ肉眼では粒は見えない。溶けたものは温度を下げると析出する。」という考えである。このでんぶんの学習ではこれらの考えを一步深めるとともに、これらの考えを活用して、でんぶんの熱による状態変化、つまり質は変化しないことを追求させようとするものである。

T₁ 溶けているかどうかを調べるにはどうしたら
よいか。(あたためた場合)

C₁ 粒の形を目か顕微鏡でみる。

C₂ かわかしたり、蒸発させて白い粉がでるかど
うかを調べる。(つまずき)

C₃ 放置しておいて水と分かれるかどうかを見る。

C₄ 味を調べる。

C₅ ヨーソ液を入れて色がつけば溶けている。

(つまずき)

C₆ 重さを調べる。溶ければ重い。(つまずき)

C₇ 水に入れてかきまぜる。

C₈ 溶けたものは冷やせば出る。(つまずき)

C₉ ヨーソ液で色をつけてから暖め溶けるかどうか
を調べる。(つまずき)

〈考察〉 でんぶんが水に溶けるかどうかを学習したあとでも、なおかつ、これだけ多くのつまずきがある。とかくすると授業ではたった1つだけ実験をやっすましてしまい勝ちである。しかしそれだけではひとりひとりを生かすことはできない。児童の考えのすべてをはき出させ実証してやる手だてをこ
うずる必要がある。このことによってのみ児童の認識の変容をもたらすことができる。

C₂のかわかし、蒸発させる学習で、湯に溶かしたものは二度と白い粉にならないことや水を蒸発させても食塩のように析出しないことを知って、温度によって別のものになったのではないかと考える。そしてようそ液をかけてみるが、青紫色になることから、質がかわらないことを知ってびっくりする。また蒸発させようとどんどん熱していって、すみになったものを水に溶かしてようそ反応をしないことを知っておどろく。さらにC₈の発想を生かし、氷でひやしても析出しないことから、ほう酸と違う物であることをとらえるとともに質が変わったのではないかと考え、ようそ反応を調べ、質が変わらないことに気づいていく。このようにして児童の発想、なかでもつまずきのある発想を生かすことによって、アイデアのある実験、観察が可能になるとともに、より本質的な内容に近づいていく。またこうした発想を生かすことによって新しい内容が生み出されていく。指導の内容までも児童が発見していく。そして、児童の思考でつなく個性的な学習過程ができあがっていく。

・認識の変容をもたらすには、

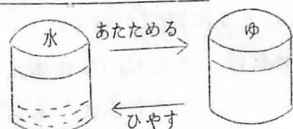
先行経験を活用しながら、前時の学習をフィードバックして見るように指導すること。

T₁ 前時に得た概念の提示

でんぶんは水には溶けなかったが、
ようそ液によって青紫色に変化する。



T これまでに学習
した絵や写真、グ
ラフの提示。



〈考察〉 学習の最初に前時に得た概念を大洋紙に書いて提示することがたいせつである。このことによ
って「この学習は前時に得た概念を使って考えるのだな。」という意識を育てることができるととも
に、学習の最後にこの概念を見なおし、さらに深まった概念に修正することができる。また学習の途中
で、これまでに学習した先行経験を絵や写真の形にして提示することによって、経験がよみがえり、記
憶が想起されてくる。またこれまでの学習がフィードバックして見なおされるきっかけにもなる。

(ウ) 実践例——3(第4次～第5次)

・本時の全体構想

基本的な内容	自然認識の実態	つまずき	指導の意図
・ダイズの汁の中には加熱しても固まらない養分があること。	・加熱すると、でんぷんのようになり状に固まるのではないかと考えている児童が $\frac{2}{3}$ 。 ・ばくぜんと、何か変化があるだろうと考えている児童が $\frac{1}{3}$ 。 ・加熱すると水が蒸発し、何か溶けていたものが残る。	・加熱するとでんぷんのよう固まる。 ・加熱すると何か変化が起こる。 ・加熱すると蒸発する。	・ダイズの汁の中に含まれている養分の性質がでんぷんと違うことについて、子どものつまずきを生かしながらか理解させる。
・ダイズの汁にはすを入ると白く固まる養分があること。	・ダイズの中に養分があることは知っているが、それがたん白質であることは知らない。 ・たん白質の有無を調べるのに、すを用いればよいことも知らないが、薬品を加えれば、でんぷんのよう色が変わるのではないかと考えている。	・どんなものでも顕微鏡さえ使えば粒の形が見られると考えている。 ・ダイズのしるもようそ液をかけると青紫色になると考えている。	・ダイズの汁の中にある養分の正体やそれを調べるのに適した薬品の有無を知らないことを生かし、ダイズの養分の性質を追求する方法を、これまでのでんぷん追求の先行経験をフルに活用させながら、多面的に考えさせる。

・本時の主眼

でんぷんの性質を追求する方法をフルに活用して、ダイズの中には、でんぷんと違う養分がはいっていることに気づかせる。

・展開

教師の働きかけ	児童の意識・思考(実験・観察)	認識の変容
	<p>いもやたねに含まれている養分はどれでもみんなでんぷんだろうか。</p>	
<p>T₁ サツマイモ、サトイモ、ヒヤシンス、コメ、ダイズ、アブラナのたねを提示。</p>		
<p>T₂ どれもみんなでんぷんがはいっているのだろうか。</p>	<p>みんなでんぷんだ。 $\frac{4}{5}$</p> <p>これはでんぷんでない。 $\frac{1}{5}$</p>	
	<p>C₁ ジャガイモと同じいもだからでんぷんだ。 C₂ コメはとぐとでんぷんのような白い汁がでる。 C₃ ダイズとアブラナとコメはジャガイモと違ってイモでないから、でんぷんではない。 C₄ どれも芽が出て花が咲くから同じでんぷんだ。</p>	<p>・養分はみんなでんぷんに違いない。 ・イモ以外のものはでんぷんではない。</p>

<p>T₃ 調べてみよう。どうすればわかるか。</p> <p>T₄ わかったことは何か。</p>	<p>C₅ イモでないけれど、芽や根が出るから、養分としてでんぷんがある。</p> <p>C₆ おろし金ですりおろし、ガーゼでしぼり、その汁にようそ液を入れる。</p> <p>C₇ ダイズ、アブラナは乳鉢ですりつぶす。</p> <p>C₈ サツマイモ、サトイモ、ヒヤシンス、コメの中にはでんぷんがあった。</p> <p>C₉ ダイズ、アブラナの中にはない。</p>	<p>・イモ以外のものにもでんぷんを含んでいるものがあるのだ。</p> <p>・いもやたねの養分はみんなでんぷんではないのだ。</p>
<p>T₅ それはどんな養分か。</p>	<p>C₁₀ あると思う。ダイズやアブラナも、芽や根が出るから。</p> <p>C₁₁ でんぷんでない養分があるはずだ。</p> <p>C₁₂ わからない。</p>	<p>・でんぷんと違った養分と考えている。</p> <p>・養分の正体はわからない。</p>
<p>T₆ どうやって調べたらよいか。</p>	<p>C₁₃ 顕微鏡で、でんぷんと違った粒が見えるか調べればよい。</p>	<p>・顕微鏡で見れば、何でも見える。</p>
<p>T₇ 調べてください。</p>	<p>C₁₄ よくわからない。</p>	<p>・顕微鏡で見えない</p>
<p>T₈ もっと別な方法はないか。</p>	<p>C₁₅ 冷やしてみればよい。ほう酸は冷やしたら白く出てきた。</p>	<p>・顕微鏡で見えないほど、小さな粒だ。</p> <p>・冷やせば、白い粒になって析出してくる。</p>
<p>T₉ 調べてください。</p>	<p>C₁₆ なんにも変わりがない。これもだめだ。</p>	<p>・冷やしても析出しない養分だ。</p>
<p>T₁₀ 困ったな。何とか調べられるいい方法はないかな。</p>	<p>C₁₇ アルコールランプで熱してみよう。でんぷんみたいにのりになるかもしれない。</p>	<p>・熱すると固まる。</p>
<p>T₁₁ ここに薬がある。入れてごらん。</p>	<p>C₁₈ まったく固まらない。これもだめだった。</p> <p>C₁₉ どんな養分だか調べられる方法はないのか。</p> <p>C₂₀ でんぷんにきいたようそ液のような薬はないか。</p> <p>C₂₁ “す”だ。</p> <p>C₂₂ あっ、白く固まった。</p>	<p>・加熱しても固まらない養分だ。</p>
<p>T₁₂ それをたん白質ということを考える。</p>	<p>C₂₃ ダイズの養分はたん白質なんだ。</p>	<p>・ダイズの養分は、すを入れると白く固まる性質がある。</p>
<p>T₁₃ わからないことはないか。</p>	<p>C₂₄ すを入れても白く固まらなかったアブラナの養分はたん白質でない。でんぷんでもない。何だろう。</p>	<p>・アブラナの養分はたん白質でもでんぷんでもない。</p>
	<p>アブラナの養分は何だろうか。</p>	

・授業研究で明らかになったこと。

・ダイズの汁には、加熱しても固まらない養分があることをとらえさせるには、

ダイズの汁にはでんぷんがはいっているに違いない。」という考え方を生かすこと。

児童はダイズの汁の中にたん白質という養分があることを知らない。その正体不明の物質の性質を追求させるには、すでに知っている物質の性質とたえず比較させ、その違いに目を向けさせなければならぬ。児童は前時まで、でんぷんの性質を追求してきている。したがって、ここでは、でんぷんの性質と比較させ、でんぷんの性質を追求した方法——水に溶けるかどうか、あたためるとどうなるか、冷やすとどうなるか、薬品に対してどうなるか——をフルに活用させていくことがたいせつである。その方法の一つとして、加熱しても、ダイズの汁はでんぷんのように固まらないことをおさえさせる必要がある。

C₁ けんぴ鏡では、でんぷんのようなまるとい粒は見えなかった。

C₂ 冷やしても、でんぷんのとときと同じで、ほう酸のように白く出てこない。

T₁ 困ったね。どうしよう。

C₃ 困惑の表情を浮かべ、沈黙。

T₂ でんぷんの性質を調べたとき、どんなことをした？それを参考にして、別の方法を考えよう。

C₄ (バズ後) あたためたらいい。でんぷんのように、のりみたいに固まるかもしれない。

C₅ ようそ液のように、色が変わる薬がないか。

T₃ 薬ね。あるかもしれないな。あたためるのがうまくいかなかったら考えてみよう。

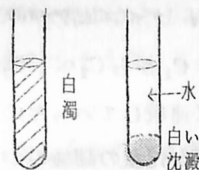
(実験)

C₆ いくらあたためても、のりみたいににならない。でんぷんとちがう性質なんだな。

<考察> 児童はたん白質の性質を追求する方法として、素直にでんぷんの先行経験を活用して、顕微鏡で粒の形を見る方法と冷やしてみる方法を考え出してきた。しかし、それはC₁、C₂のようにうまくいかなかった。そして、C₃のように、新たに追求する方法を思いあぐねてしまったので、教師はT₂の働きかけをした。この、でんぷんの性質を調べた方法をさらに想起させようと意図した働きかけは、C₄の方法に気づかせた。(これは、後で触れるC₅の方法にも気づかせた。)これにより、児童はC₆のように、たん白質はでんぷんと違う性質なんだ、という認識を一步深めている。

たんぱく質 でんぷん

ところで、でんぷんの性質を追求した四つの方法のうち、水に溶けるかということについては、意識して調べさせる場を設定できなかった。それは、どこで意識づけたらよかったのか。もっとも良い機会は、ダイズの汁をしぼり出したときでなかろうか。児童は、(2)に見るように、ダイズの汁の中にでんぷんが入っているかどうかを調べる方法として、ただちにようそ液を持ち出してきている。そして、汁をしぼり出すと、その汁をよく観察もしないで、すぐ、ようそ液を入れてしまっている。このとき、ようそ液を入れる前に教師がよく汁を観察するよう働きかければ「白い汁だ。でんぷんに似ている。でんぷんかもしれない」とか「水に溶けたままで沈まない。でんぷんでないかもしれない。」とかいう意見が出てきて、ダイズの汁の中の養分に対する問題意識が深まるとともに、水に溶けるかどうかという意識づけも容易になされたのではないかと反省させられた。児童がじゅうぶん考えないで直感的に次の学習に進み、たいせつな方法を見落して進もうとする場合には教師はこれまでの先行経験がじゅうぶん生かされているかどうかを検討し、不足している場合はそれを取りあげるように指導する必要がある。

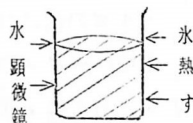


・ダイズの汁の中には“す”を入れると白く固まる養分があることをとらえさせるには、

問題意識を深め、必要感に基づく“す”の提示をくふうすること。

問題意識には、深まりの層がある。それは、抵抗場面にぶつかるごとに一步一步深まっていくものである。問題意識が深まれば深まるほど、子どもの追求意欲は燃えあがり、全力で、謎の物質の正体を明らかにしようと探求していく。ここでは、正体不明の物質を追求する方法の深まりを通して問題意識を深めようと意図した。

ダイズの汁



(①の◎「先行経験として、でんぷんの性質を追求した方法を…」の授業記録の続き。)

T₄ 顕微鏡でも見えなかった。冷やしても白く出てこなかった。あたためてもダメだった。困ったな。さあ、どうしよう。

C₇ 先生、ダイズにきくような薬はないの？

C₈ 先生、教えてよ、!

T₅ それじゃ、これを入れてみてください。

C₉ なんだろう。あっ、すだ。

C₁₀ あっ、!白く固まった。

＜考察＞ C₇、C₈のような、物質の正体がわかる薬を要求する児童の切実な声は、どうして生まれてきたのだろうか。それは、T₄でまとめているように、児童が「この方法だったらわかるだろう。」と考え出して、こんどこそは、こんどこそは、と次々にやってきた方法が全部うまくいかなかったからにほかならない。追求方法を多面的にくふうさせて、問題意識を深めさせることができたのは、子どもの認識のつまずきを積極的に生かした指導過程を構成したことにある、といえる。難行苦行して、ようやく、“す”という薬品が有力な武器になることを強く意識づけられたはずである。

問題から問題へと連続的な追求が行なわれる課題の提示をくふうすること。

意欲的な探究活動が連続し、学習が子どもの手でグングン深まっていくためには、追求してきた問題が解決すると同時に、そこに新たなわからない問題が生まれていなければならない。そのためには、初発に提示する課題がたいせつになってくる。

T₁ いちもやたねに含まれている養分はどれもみんなでんぷんか。

C₁ みんなでんぷんだ。いや、そうじゃない。調べてみよう。(省略)

C₂ ダイズとアブラナには、でんぷんがなかつ

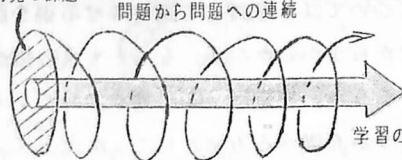
た。どんな養分が入っているのだろうか？

(省略)

C₃ ダイズの養分はたん白質だった。アブラナはでんぷんでもたん白質でもない。アブラナの養分はなんだろう？

初発の課題

問題から問題への連続



C₁からC₂へ、C₂からC₃へと問題が無理なく、自然に連続していったのはなぜだろうか。それは、T₁の課題が児童の認識のつまずき(②の「認識の変容」の項参照)を見通して提示されているからである。

問題を意識化させ、連続的な追求が行なわれるような課題を設定するためには、次のような視点から考えてみる必要がある。

- ・認識のつまずきを生かした課題であるか。
- ・興味や疑問をいだかせ、矛盾を感じさせるものであるか。
- ・前時の学習をフィードバックしてみれる課題であるか。
- ・本質的な内容の追求へと発展する課題であるか。
- ・多面的に追求し得るものであるか。
- ・先行経験との結びつきが深い。

4 研究の集約と今後の問題点

昨年度地区理科センターとの共同研究「子どものつまずきを生かした理科指導」で次のような問題点が出た。

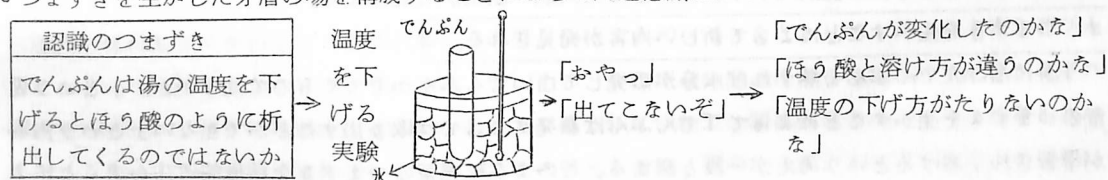
- ・実践記録，実態調査などの分析をとおして児童のつまずきの実態をこくめいに洗い出しても，それらが授業の中にどのように生かされるかを研究しなければ児童の認識の変容を期待できない。
- ・授業—調査—授業と繰り返しながら児童のつまずきを限界までとらえておく必要がある。
- ・つまずきを生かした生き生きとした授業の展開なくして，真のつまずきの発見はない。

今年度は上記の反省をふまえ，生き生きとした授業を展開するなかで，児童の認識の変容をもたらすにはつまずきをどのように生かしたらよいか焦点をすえて実践してみた。そしてこの実践を通して，さらに新しいつまずきの発見につとめることにした。

(1) 実践をとおして明らかになったこと

ア つまずきを生かすことによって問題意識は一段と深まる。

○つまずきを生かした矛盾の場を構成することによって問題意識を深めることができる。



○つまずきを生かした抵抗場面を設定することによって問題意識は一段と深まる。

抵抗場面を設定することによって問題意識はぐんぐんと深まっていく。この抵抗場面は児童のつまずきを生かすことによってつくられる。たとえばでんぷんの粒をけんび鏡でみたり，ヨースン反応で確かめたりした児童はどんなものでも，けんび鏡やヨースン液を使えば調べることができると考えている。この考えを豆の汁の中のたん白質の追求に活用させる。ところがヨースン液では反応がないことから，「でんぷんと違う養分らしい」と考え，第1の抵抗場面につきあたり，次にけんび鏡で粒の形を見ようとするが，これでも調べることができないで第2の抵抗場面につきあたる。こうして問題意識はいっそう深まる。

イ つまずきを生かすことによって先行経験は一段と深まる。

どんなに科学的な方法を駆使してとらえられた先行経験（先行概念）であっても，なんらかのつまずきを含んでいる。むしろ先行経験は固定的なものではなく，流動的なものであり，絶えず変化しているものである。したがって本質的でないものをいろいろと含んでいる。この本質的でないもの（つまずき）に目を向けることによって，本質的なものにせまることができる。たとえば4年の児童は溶けるということとまざるということがこんと入りまじっている。このまざるという考えを生かすことによって溶けることの本質的な意味に近づいていくことが可能である。児童の考えは感覚的なものや外部条件に影響されやすく常識的な見方が多い。これを科学的な見方に高めていくためにはこうした常識的な見方をベースにして，一步一步抽象化し，法則や概念にまで深めていく必要がある。科学的な方法によって獲得された知識こそ生きてはたらく力となりうる。

ウ つまづきを生かすことによって、子どもらしい発想がわいてくる。

生き生きとしたすばらしい授業の中には必ずといってよいくらい子どもらしい発想がある。「でんぶんは温度を上げるにつれて溶ける量は違うのだろうか。」「でんぶんがようそ液に溶けてそまるのではないか。」など教師の予想もしない発想が続出してくる。こうした発想には科学的にみてまちがっているものもかなりあるが、これを生かすことによって児童の思考を刺激し一段と深まった発想が生まれてくる。こうしたひとりひとりの発想を生かすことによって児童はどんなにつまらないと思うことでも、自分の考えに基づいたものであればたいせつなものであることを知るとともに、自分の考えを生かした個性的な追求へと前進していく。

エ つまづきを生かすことによってアイデアに富んだ実験、観察が可能になる。

教科書に書いてあるような基本的な実験だけでは、児童の思考でつなぐ生き生きとした授業の実現は不可能である。実験の途中で生まれてくる疑問、興味、つまづきなどを生かした実験、観察をじゅうぶんとり入れないと基本的な実験の意味がなくなる。つまづきを生かした実験・観察が基本的な実験を支えているといってよい。こうしたつまづきを生かした実験を行なうことによって、ひとりひとりの概念が明確になるとともに個性的でアイデアに富んだ実験・観察が可能になる。

オ つまづきを生かすことによって新しい内容が発見される。

「湯に溶けたでんぶんを熱すれば水分が蒸発して白いでんぶんがでてくるのではないか。」という児童のつまづきを生かすことによって「でんぶんは蒸発によっては取り出すことができない」という内容が学習され、溶けるという考えが一段と深まる。このように児童のつまづきを積極的に生かすことによって、新しい内容が発見される。

カ つまづきを生かすことによって児童相互のみがき合いが活発になる。

でんぶんのようそ反応で「でんぶんがそまるのではなく、でんぶんがようそ液に溶けるのだ」という児童の予想外の考えに刺激され、意見の対立がおき、いろいろな考えが続出し、でんぶんの粒の形を調べる実験に進んだ。このつまづきが生かされてはじめて児童はでんぶんが溶けるのではなく、そまるのであることを知るとともに、ようそ液によってでんぶんの有無が確認できることをはっきりと理解した。このようにみがき合いによって新しい発想が生まれたり、これまでの学習が見なおされたりして、より深い理解に達する。

(2) 今後の問題点

つまづきを生かしつつ指導してもなおかつ幾多の問題点が残る。

- ア つまづきをもっともっと深い層においてとらえるにはなお多くの実践を積みあげなければならない。
- イ 児童の発想をできるだけ取りあげ実証していくという姿勢で指導してもなおかつ、取り上げなければならない発想をみのがし勝ちである。こうしたみのがしは教師の児童を見る眼のふそくからくるものが多い。
- ウ 五つの視点から、つまづきの生かし方を考えたが、このほか板書、発問、ノートなど幾多の問題が関連してくる。授業ではいろいろな要素が関連して出てくるため、総合的、有機的にとらえていかなければならないことを痛感した。
- エ 生き生きとした、よい授業の展開がなければ、児童のつまづきは増すばかりである。またそれが真のつまづきであるかの判断もしにくい。この指導で特に感じたことは「定着こそ発見である」ということである。